



TUGAS AKHIR-TF145565

**PERANCANGAN DAN PENGUKURAN SISTEM MONITORING  
AIR FUEL RATIO (AFR) PADA GENSET *DUAL FUEL SYSTEM***

ALIF MUHTAR NUR TOYIBI  
NRP 10511500000076

Dosen Pembimbing  
Arief Abdurrahman, S.T., M.T.

NIP. 19870712 201404 1 002  
Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T., M.Sc.  
NPP. 19911201711052

PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI INSTRUMENTASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018



***FINAL PROJECT- TF145565***

***DESIGN AND MEASUREMENT MONITORING SYSTEM AIR  
FUEL RATIO IN GENERATOR DUAL FUEL***

**ALIF MUHTAR NUR TOYIBI**  
**NRP 10511500000076**

**ADVISOR LECTURER**  
**Arief Abdurrahman, S.T., M.T.**

**NIP. 19870712 201404 1 002**  
**Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T., M.Sc.**  
**NPP. 19911201711052**

**STUDY PROGRAM OF DIII INSTRUMENTATION TECHNOLOGY**  
**DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING**  
**Faculty of Vocation**  
**Sepuluh Nopember Institute of Technology**  
**Surabaya 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN DAN PENGUKURAN SISTEM**  
**MONITORING *AIR FUEL RATIO* (AFR) PADA GENSET**  
***DUAL FUEL SYSTEM***

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada  
Program Studi D3 Teknologi Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ALIF MUHTAR NUR TOYIBI**

**NRP 10 51 15 000 00 076**

Mengetahui/Menyetujui  
Pembimbing I

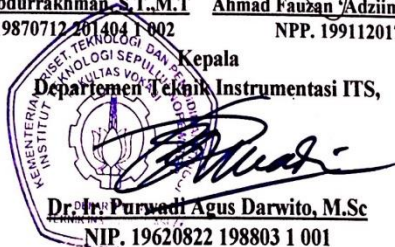


**Arief Abdurrahman, S.T., M.T**  
**NIP. 19870712 201404 1 002**

Mengetahui/Menyetujui  
Pembimbing II



**Ahmad Fauzan 'Adziimaa, S.T., M.Sc**  
**NPP. 19911201711052**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN DAN PENGUKURAN SISTEM**  
**MONITORING *AIR FUEL RATIO* (AFR) PADA GENSET**  
***DUAL FUEL SYSTEM***

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada  
Program Studi D3 Teknologi Instrumentasi  
Departemen Teknik Instrumentasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:


**ALIF MUHTAR NUR TOYIBI**  
**NRP 10 51 15 000 00 076**

Disetujui Tim Penguji: Tanggal Ujian: 17 Juli 2018  
Periode Wisuda: September 2018

Arief Abdurrahman, S.T., M.T.

 (Pembimbing I)

Ahmad Fauzan 'Adziimaa S.T., M.Sc

 (Pembimbing II)

Dwi Oktavianto Wahyu Nugroho, S.T., M.T.

 (Penguji)

# **“PERANCANGAN DAN PENGUKURAN SISTEM MONITORING *AIR FUEL RATIO* PADA GENSET *DUAL FUEL*”**

**Nama** : Alif Muhtar Nur T  
**NRP** : 10511500000076  
**Departemen** : Instrumentation Engineering  
**Dosen Pembimbing** : 1. Arief Abdurrahman, S.T.,  
M.T  
2. Ahmad Fauzan Adziima,  
S.T., M.Sc

## **Abstrak**

*Generator set* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan energi atau daya listrik. Daya listrik yang dihasilkan oleh *generator set* digunakan untuk menyuplai kebutuhan listrik beban yang dalam tugas akhir ini adalah lampu. *Range* daya yang mampu dihasilkan oleh *generator set* antara 100-1200 watt. Genset ini di modifikasi karena bahan bakar yang dipakai yaitu biogas dan bensin. Adapun sistem monitoring ini bertujuan untuk mengamati nilai *Air Fuel Ratio* yang diketahui dari nilai *flowrate* yang di monitoring. Daya yang dihasilkan oleh *generator set* dipengaruhi oleh campuran antara udara dan bahan bakar. *Generator set* yang digunakan adalah generator set *dual fuel*. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) *dual fuel* yaitu 1 : 3,16 ketika generator set tanpa beban. Selain itu, kestabilan daya yang dihasilkan oleh *generator set* juga dipengaruhi oleh *mass flowrate* bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar. Dari hasil simulasi saat diberikan *set point* daya 1000 watt, didapatkan nilai *mass flowrate* udara 0,20 L/min, *mass flowrate* biogas 0,13 L/min, dan dengan *mass flowrate* bensin konstan 0,13 L/min. Sedangkan saat diberikan *set point* daya 100 watt, didapatkan nilai *mass flowrate* udara 0,92 L/min, *mass flowrate* biogas 2,83 L/min dan *mass flowrate* bensin 0,13 L/min.

**Kata Kunci** : Biogas, Laju Aliran, Air Fuel Ratio

## **“DESIGN AND MEASUREMENT MONITORING SYSTEM AIR FUEL RATIO IN GENERATOR DUAL FUEL”**

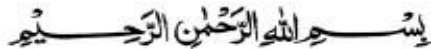
*Name of Student* : Alif Muhtar Nur T  
*NRP* : 10511500000076  
*Departement* : Instrumentation Engineering  
*Advisor Lecturer* : 1. Arief Abdurrahman, S.T.,  
M.T  
2. Ahmad Fauzan Adziima, S.T.,  
M.Sc.

### **Abstract**

*Generator set is a tool used to produce energy or electrical power. The electrical power produced by the generator set are used to supply the electricity needs of the load in this final task is the lights. Range of the power produced by the generator set between 100-1200 Watts. This modification in the Genset because the fuel used i.e. petrol and biogas. As for the monitoring system aims to find the value of the Air Fuel Ratio is known from the flowrate value in monitoring. The power produced by the generator sets are influenced by a mixture of air and fuel. Generator set generator set used are dual fuel. From the results of this research obtained the response is stable with 0% overshoot value and error is below 2%. In addition, obtained also the value of the Air Fuel Ratio (AFR) dual fuel 1 : 3,16. In addition, the stability of the power produced by the generator set is also influenced by the mass flowrate of fuel to be injected into the combustion chamber. From the results of the simulation when the given set point power 1000 watt, obtained a value of mass flowrate of air 0,20, biogas flowrate mass 0.13 L/min, and with the mass flowrate gasoline constant 0.13L/min. Whereas when given set point power 100 watt, obtained the value of the mass flowrate of air 0.92 L/min, biogas flowrate mass 2,83 L/min and mass flowrate of gasoline 0.13 L/min*

*Keyword : Biogas, Flowrate, Air Fuel Ratio*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

### **“PERANCANGAN SISTEM MONITORING AIR FUEL RATIO PADA GENSET DUAL FUEL”**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma D3 Teknik Instrumentasi, Departemen Teknik Instrumentasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kepala Departemen D3 Teknik Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
2. Bapak Detak Yan Pratama ,selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Instrumentasi.
3. Bapak ,Arief Abdurakhman, S.T, M.T, & Ahmad Fauzan Adhzima , S.T, M.T, selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah memberikan izin menggunakan *workshop* intrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
5. Orang Tua saya yang tercinta,terutama Ibu saya, Murniyati dan Ayah saya Muhtarum Hariyanto serta adik saya Nur Rabi'ah dan Luqman Hidayah Nur T , terimakasih atas

- segala dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.
6. Kelompok TA Biogas Dual Fuel System yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir. Semoga akan selalu teringat kebersamaan kita.
  7. Keluarga besar Workshop Instrumentasi 2015 yang selalu menemani saat perjuangan dari titik awal sampai akhir ini.
  8. Teman Curhat saya Clariza Tirta Aglis yang selalu men-support saya.
  9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Teknik Instrumentasi angkatan 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
  10. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
  11. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 16 Juli 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Abstrak.....	v
<i>Abstract</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II.....	5
DASAR TEORI .....	5
2.1 Biogas .....	5
2.2 Air Fuel Ratio .....	6
2.3 Sistem Monitoring.....	7
2.4 Genator Set Dual Fuel Engine .....	8
2.5 Sensor Flowmeter .....	9
2.6 Mikrokontroller Atmega128 .....	10
2.7 Teknologi Sistem Dual Fuel .....	10
2.8 Data Logger ( Perekam Data ) .....	11
2.10 Komunikasi Data Serial SPI (Serial Pheripheral Interface) .....	14
2.11 Komunikasi Data Serial USART (Universal Synchronous Asynchronous Reciever Transmitter).....	17
2.12 Signal Processing .....	19
BAB III .....	21
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT .....	21

3.1 Alat dan Bahan.....	21
3.2 Flow chart/ Diagram Alir Pembuatan Alat .....	21
BAB IV .....	29
HASIL DATA DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Rancang Bangun Alat .....	29
4.2 Pengujian Sistem.....	30
BAB V .....	37
PENUTUP .....	37
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37

## **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN A LISTING PROGRAM**

### **LAMPIRAN B WATER FLOW SENSOR G ¼**

### **LAMPIRAN C MICROCONTROLLER ATMEGA128**

### **BIODATA PENULIS**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Biogas.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Blok Sistem Pengukuran.....	7
<b>Gambar 2.3</b> Generator Set.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Flowmeter.....	9
<b>Gambar 2.5</b> Ic Chip Atmega128.....	10
<b>Gambar 2.6</b> Mixer Teknologi Combution Air Integration.....	10
<b>Gambar 2.7</b> Open Log Sparkfun.....	12
<b>Gambar 2.8</b> Bentuk Fisik dan Dimensi SD Card, Mini SD.....	13
<b>Gambar 2.9</b> Tipe Penyimpanan FAT.....	13
<b>Gambar 2.10</b> Register SPI.....	16
<b>Gambar 2.11</b> Register Usart.....	19
<b>Gambar 2.12</b> Diagram Blok ADC.....	20
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alur Pengerjaan TA.....	22
<b>Gambar 3.2</b> Block Flow Diagram Generator Set Dual Fuel System.....	24
<b>Gambar 3.3</b> Piping & Instrumentation Diagram Generator Set Dual Fuel.....	25
<b>Gambar 3.4</b> Skema Design Biogas Dual Fuel.....	25
<b>Gambar 3.5</b> Konfigurasi Pin Atmega128.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Biogas Dual Fuel System.....	29
<b>Gambar 4.2</b> Flow Biogas Terhadap Udara.....	31
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Perbandingan AFR Udara & Biogas Terhadap RPM & Beban.....	33
<b>Gambar 4.4</b> Diagram Blok Alat.....	35
<b>Gambar 4.5</b> Tampilan Data Logger.....	35

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 3.1</b>	Konfigurasi Mikrokontroller Atmega128.....	26
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Data Pengujian Flow Biogas & Udara.....	30
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Data Pengujian Flow Biogas,Bensin & Udara terhadap beban.....	32

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju sangat mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi dan mesin-mesin penggerak sangat membantu dan memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Untuk menggerakkan mesin-mesin tersebut dibutuhkan suatu bahan bakar yang tidak sedikit dari persediaan minyak bumi dunia. Namun cadangan minyak bumi di dunia semakin lama semakin menipis sedangkan permintaan akan bahan bakar minyak akan terus meningkat seiring dengan perkembangan industri dunia. Dengan semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia maka harga Bahan Bakar Minyak (BBM) akan mengalami peningkatan yang semakin tahun semakin meningkat, yang nantinya Bahan Bakar Minyak akan menjadi sangat mahal bagi sebagian besar masyarakat. Salah satu energy terbarukan yang terdapat di Indonesia adalah biogas dengan skala rumah tangga, namun dalam penggunaannya saat ini masih banyak gas polutan yang terkandung di dalam produk biogas tersebut pada saat penggunaannya. Biogas dihasilkan dari proses anaerobik dan terdiri dari beberapa unsur. Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik kurang-lebih sekitar 60 - 70 %  $\text{CH}_4$ , sekitar 30 - 40%  $\text{CO}_2$ , kurang dari 1%  $\text{N}_2$ , dan sekitar 10 - 2000 ppm  $\text{H}_2\text{S}$  (Osorio & Torres, 2009). Gas metana menjadi unsur primer dan menjadi parameter utama dalam menentukan kualitas sebuah produk biogas.

Biogas telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia khususnya pada daerah peternakan sapi karena dapat menjadi sumber alternative (Dirjen EBTKE, 2015). Provinsi Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah reaktor BIRU terbanyak secara nasional. Tercatat sebanyak 1.350 unit reaktor biogas yang tersebar di 12 desa di Kecamatan Tukur. Angka tersebut sama dengan menampung kurang lebih 1.450 Kepala Keluarga (Hariyanto, 2015). Daerah tersebut komposisi

biogasnya masih mengandung gas polutan berupa CO<sub>2</sub> sebesar 26,93% dan H<sub>2</sub>S sebesar 41,76 ppm (Abdurrahman, 2013).

Kondisi ini akibat dari tidak adanya sistem purifikasi yang ada di biogas, sehingga dapat berdampak pada terancamnya kesehatan masyarakat pengguna biogas. penelitian Hermanto, 2016, bahwa pengaruh konsentrasi NaOH dan laju aliran gas pada proses pemurnian biogas perlakuan laju aliran gas dijaga konstan pada 3,75 mL / min. untuk menurunkan kandungan CO<sub>2</sub> sebesar 71,9% kandungan H<sub>2</sub>S sebesar 100%. Dari beberapa tinjauan tersebut, maka dalam Tugas Akhir ini dirancang sistem monitoring *Air Fuel Ratio*, untuk mengetahui pengaruh variasi perbandingan campuran udara dengan bahan bakar dalam menjaga kestabilan pembakaran, serta agar tercampurnya rasio antara campuran biogas, bensin pada genset. Tujuan dari sistem monitoring ini guna untuk mengetahui laju aliran udara serta biogas untuk mengetahui *Air Fuel Ratio*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem monitoring *Air Fuel Ratio* pada generator set *dual fuel system* ?
2. Bagaimana cara menggunakan *openlog data logger* untuk melakukan *logging* data dari sensor *Flowmeter* dpada generator set *dual fuel system*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari Departemen Teknik Instrumentasi serta hasil dari penelitian tersebut diharapkan dapat digunakan sebagai energi alternatif di masa mendatang dan untuk memberikan solusi pada rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Untuk membangun sistem monitoring *Air Fuel Ratio* pada generator set *dual fuel system*.

2. Untuk mengetahui cara menggunakan *openlog data logger* untuk melakukan *logging* sensor *Flowmeter* pada sistem generator set *dual fuel sytsem*.

#### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu :

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan untuk bekal bagi peserta untuk kedepannya dalam menghadapi dunia tentang teknologi energi terbarukan dan dunia industri tentang biogas dan sistem control,.
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di program studi D3 Instrumentas tentang inovasi energy terbarukan dan sistem control.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu Hanya membahas mengenai perancangan sistem monitoring *Air Fuel Ratio* pada generator set *dual fuel* adalah sebagai berikut :

1. Fokus tugas akhir ini membahas tentang sistem monitoring *flowrate* pada mesin genset *dual fuel engine*.
2. Sistem monitoring ini menggunakan Atmega128 untuk mengolah sinyal *output* sensor *water flowmeter* yang divisualisasikan pada LCD16x2.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Biogas

Biogas mulai dikembangkan sejak abad 17 tepatnya di negara Perancis. Biogas sendiri merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik dalam kondisi anaerobik atau bisa disebut minim oksigen. Bahan-bahan organik tersebut antara lain dapat berupa daun-daun yang telah membusuk, kotoran manusia, kotoran ternak, dan masih banyak lagi selama masih tergolong bahan organik. Akan tetapi kotoran manusia sangat sulit untuk dijadikan biogas karena manusia merupakan makhluk yang memakan segala macam makanan tidak hanya satu jenis makanan saja. Di Indonesia bahan organik untuk biogas yang paling banyak digunakan adalah dari kotoran hewan karena masih banyaknya peternakan. Selain itu sebab lain di Indonesia menggunakan kotoran ternak adalah ternak merupakan makhluk yang hanya memakan satu jenis makanan saja, seperti tumbuh-tumbuhan. Sehingga potensi peternakan di Indonesia selain untuk kebutuhan pangan, juga bisa untuk pengembangan sumber daya terbarukan seperti biogas.



**Gambar 2.1** Biogas (M. Subhi Mahmasoni,)

Biogas merupakan gas yang sangat mudah terbakar. Unsur-unsur utama biogas diantaranya metana ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), beberapa unsur lain seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), hidrogen ( $\text{H}_2$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ), dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Komposisi biogas yang dihasilkan dari pencernaan anaerobik biasanya sekitar 60 - 70 %  $\text{CH}_4$ , sekitar 30 - 40%  $\text{CO}_2$ , kurang dari 1%  $\text{N}_2$ , dan sekitar 10 - 2000 ppm  $\text{H}_2\text{S}$  (Osorio & Torres, 2009). Biogas mudah terbakar karena kandungan gas

metana didalamnya. Gas metana memiliki nilai kalor yang tinggi. Untuk gas metan murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/m<sup>3</sup>. Ketika dibakar 1 ft<sup>3</sup> gas bio menghasilkan sekitar 10 BTU (2,52 Kkal) energi panas per persentase komposisi metan.

Biogas memiliki berbagai keunggulan dibanding dengan bahan bakar lain. Biogas lebih ramah lingkungan karena tidak seperti bahan bakar dari fosil yang jika dilakukan pembakaran menghasilkan gas CO<sub>2</sub>. Sampah-sampah organik yang dibiarkan membusuk bisa menjadi gas metana yang berbahaya jika langsung lepas ke udara, sehingga dengan pemanfaatannya sebagai biogas bisa menekan polusi udara yang ditimbulkan oleh gas metana. Selain itu, dengan memanfaatkan kotoran hewan peternakan sebagai biogas, otomatis dapat menambah penghasilan para peternak atau bisa mensejahterakan hidup para peternak dengan memanfaatkan biogas tersebut sendiri.

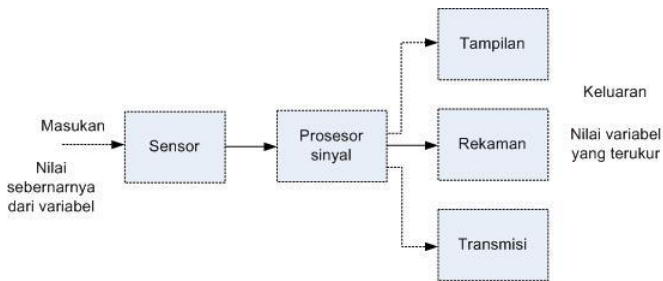
## **2.2 Air Fuel Ratio**

*Air Fuel Ratio* (AFR) atau rasio pembakaran udara dengan bahan bakar pada sebuah kendaraan seperti mobil merupakan salah satu variabel penting yang menentukan kesempurnaan pembakaran internal mesin. Besarnya nilai pembakaran sempurna atau *stoichiometric combustion* yaitu 14,6 (Ali Ghaffari, A. Hosein Shamekhi, 2008). Campuran bahan bakar yang belum sempurna akan sulit dibakar oleh percikan bunga api dari busi. Bahan bakar tidak dapat terbakar tanpa adanya udara (O<sub>2</sub>), tentunya dalam keadaan yang homogen. Bahan bakar atau bensin yang dipakai dalam pembakaran sesuai dengan ketentuan atau aturan, sebab bahan bakar yang melimpah pada ruang bakar justru tidak meningkatkan tenaga dari motor tersebut namun akan merugikan motor sendiri. Semakin banyak bahan bakar yang tidak terbakar akan meningkatkan filamen pada dinding silinder (tempat gesekan antara dinding silinder dengan ring piston). Perbandingan campuran udara dan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar. Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bensin.

## 2.3 Sistem Monitoring

Monitoring merupakan pemantauan pada suatu proses atau sistem yang mencapai hasil yang diharapkan baik secara kualitas dan kuantitas dengan efektif. Monitoring dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan gangguan jika terdeteksi suatu gangguan atau kegagalan dalam suatu sistem (Rietje.Y dkk 2003), Monitoring selain berfungsi sebagai pengawasan juga berfungsi untuk merekam apa yang terjadi pada sistem yang dimonitor dalam bentuk data table maupun grafik yang ditampilkan dalam bentuk *display*

Untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran maka perlu diketahui mengenai prinsip dasar pengukuran seperti gambar berikut :



**Gambar 2.2** Diagram Block Sistem Pengukuran

**Sensor** adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, dan dapat digunakan oleh bagian sistem pengukuran yang lain untuk mengenali nilai variabel tersebut. sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur.

**Prosesor sinyal** merupakan elemen sistem instrumentasi yang akan mengambil keluaran dari sensor dan mengubahnya menjadi suatu bentuk besaran yang cocok untuk tampilan dan

transmisi selanjutnya dalam beberapa sistem kontrol. Seperti pengondisi sinyal (signal conditioner) merupakan salah satu bentuk prosesor sinyal.

**Penampil data** Elemen ini menampilkan nilai-nilai yang terukur dalam bentuk yang bisa dikenali oleh pengamat, seperti melalui sebuah alat penampil (display), misalnya sebuah jarum penunjuk (pointer) yang bergerak disepanjang skala suatu alat ukur. Selain ditampilkan, sinyal tersebut juga dapat direkam, misalnya pada kertas perekam diagram atau pada piringan magnetik, ataupun ditransmisikan ke beberapa sistem yang lain seperti sistem kontrol/kendali.

## 2.4 Genator Set Dual Fuel Engine

*Genaset* atau yang merupakan singkatan dari generator set ini adalah sebuah perangkat yang mampu menghasilkan daya listrik. *genset* ini merupakan seperangkat atau gabungan antara generator atau alternator dan *engine* yang dapat digunakan sebagai alat pembangkit listrik. *Generator set* bahan bakar ganda (*dual fuel*) adalah mesin standar bensin yang ditambahkan bahan bakar lain yang dalam hal ini adalah biogas pada *intake manifold* dan penyalan bahan bakar dilakukan oleh semprotan bensin yang disebut *pilot fuel*. Secara sederhana bahan bakar cair atau gas dapat dimasukkan dengan membuat lubang pada *intake manifold* mesin bensin. Tergantung dari jenis bahan bakar yang ditambahkan, apabila jenis *liquid*/cair yang digunakan seperti *ethanol* atau *methanol* maka perlu dibuatkan karburator seperti pada mesin bensin atau dipompa dengan tekanan tertentu dan dikabutkan saat masuk ke saluran udara masuk mesin diesel. Sedangkan untuk bahan bakar gas tidak diperlukan lagi karburator karena bahan bakar gas sudah mempunyai tekanan sendiri

Sistem *dual fuel* selain menghemat penggunaan bensin sebagai bahan bakar, biaya produksi dapat ditekan, juga biaya modifikasi *generator set* relatif lebih murah dibanding mengkonversi ke mesin gas (*gas engine*). Lebih jauh lagi, penerapan biogas dengan sistem *dual fuel* pada *generator set* dapat meningkatkan unjuk kerja dan efisiensi mesin.<sup>[6]</sup>

Pemanfaatan biogas ke *generator set* tidak akan mengubah komposisi peralatan mesin dan hanya menambah peralatan sistem *mixer ventury* pada saluran isap. Sedangkan penggunaan *dual fuel* dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan bensin pada proses pembakaran.



**Gambar 2.3** *Generator Set*

## **2.5 Sensor Flowmeter**

Alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. alat ini terdiri dari primary device, yang disebut sebagai alat utama dan secondary device (alat bantu sekunder). Flowmeter umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama dan alat bantu sekunder. Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespons terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu. Alat utamanya merupakan sebuah orifis yang mengganggu laju aliran, yaitu menyebabkan terjadinya penurunan tekanan. Alat bantu sekunder menerima sinyal dari alat utama lalu menampilkan, merekam, dan/atau mentransmisikannya sebagai hasil pengukuran dari laju aliran.

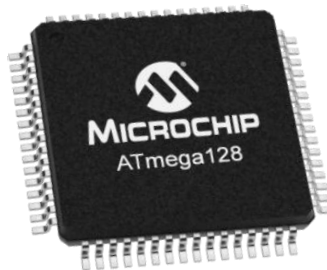


**Gambar 2.4** *Flowmeter*

([www.hobbytronics.co.uk/yf-s201-water-flow-meter](http://www.hobbytronics.co.uk/yf-s201-water-flow-meter), 16 juni)

## 2.6 Mikrokontroler Atmega128

Mikrokontroler ATMEGA128 adalah mikrokontroler yang diproduksi oleh Atmel. Mikrokontroler ini memiliki clock dan kerjanya tinggi sampai 16 MHz, ukuran flash memorinya cukup besar, kapasistas SRAM sebesar 2 KiloByte, 32 buah port I/O yang sangat memadai untuk berinteraksi dengan LCD dan keypad.

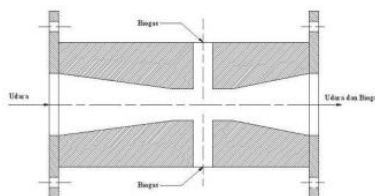


**Gambar 2.5** Ic Chip Atmega128 (Microchip.com,16 juni)

## 2.7 Teknologi Sistem Dual Fuel

*Combustion Air Gas Integration* merupakan teknologi *dual-fuel diesel engine* yang memiliki dua sistem penyuplai bahan bakar yang berbeda. Dalam sistem ini bahan bakar gas disebut sebagai bahan bakar primer dan bahan bakar minyak solar disebut sebagai bahan bakar sekunder yang bertindak sebagai *pilot fuel*.

(Prahmana, R.A., )



**Gambar 2.6** Mixer Pada Teknologi *Combustion Air Gas*

### *Integration (Prahmana, R.A.)*

Pada sistem bahan bakar tunggal, mesin diesel bekerja dengan menghisap udara murni dari luar. Akan tetapi untuk sistem *dual-fuel*, yang masuk ke dalam ruang bakar tidak hanya udara murni. Udara tersebut akan masuk bersamaan dengan sejumlah bahan bakar gas. Mekanisme pencampuran udara dan bahan bakar gas tersebut dapat terjadi di dalam *mixer* yang berbentuk yang berbentuk venturi, dengan menggunakan injektor gas yang bertekanan tinggi yang langsung menginjeksikan gas ke ruang bakar, serta menggunakan injektor gas bertekanan rendah yang diletakkan di mulut saluran isap dan hanya akan menginjeksikan gas pada saat katup isap terbuka.

## **2.8 Data Logger ( *Perekam Data* )**

Adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen. Atau secara singkat data logger adalah alat untuk melakukan data logging. Secara fisik data logger berukuran kecil. Perangkatnya dilengkapi dengan mikroprosesor dan memori internal yang digunakan untuk mencatat dan merekam data dan sensor. Beberapa jenis *data logger* biasanya dikoneksikan dengan computer dan untuk mengaktifkannya digunakan sebuah software yang lebih simple. Pengamatan terhadap data yang terekam bisa dilakukan melalui computer.

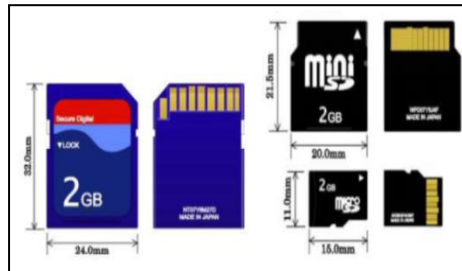


**Gambar 2.7** Open Log Sparkfun (Sparkfun.com, 1juli)

## **2.9 Media Penyimpanan Data**

Micro SD seringkali digunakan sebagai sarana penyimpanan data pada *Personal Digital Assistant* (PDA), kamera digital, dan

telepon seluler (ponsel). SD card memiliki dimensi 32 mm x 24 mm x 2,1 mm (panjang x lebar x tebal). Pengembangan lebih lanjut dari media penyimpanan ini menghasilkan dimensi yang lebih kecil dan kompak seiring dengan perkembangan zaman yang berupa Mini SD dan Micro SD seperti yang ditunjukkan Gambar 2.8



**Gambar 2.8** Bentuk fisik dan dimensi SD Card, Mini SD, dan MicroSD.

Ada tiga macam cara berkomunikasi dengan Micro SD, yaitu: 1. *One-bit SDmode*; 2. *Four-bit SD mode*; 3. *Serial Peripheral Interface (SPI) mode*. Cara komunikasi yang terakhir merupakan cara termudah karena protokolnya mudah dipelajari, tersedia dokumentasi, dan berlisensi gratis. Sehingga komunikasi yang umum digunakan menggunakan mikrokontroler adalah SPI (Sunardi dkk, 2009). Format data pada Micro SD umumnya menggunakan format *File Allocation Table (FAT)*. FAT pertama kali dikembangkan oleh Bill Gates dan Marc McDonald, pada tahun 1976-1977. *FAT file systems* adalah sebuah sistem berkas yang menggunakan struktur tabel alokasi berkas sebagai cara dirinya beroperasi. Dengan adanya *FAT file systems* memungkinkan data disimpan dalam file yang dapat langsung dikenali oleh sistem operasi dengan format ekstensi *text document (\*.txt)* sehingga data hasil rekaman dapat langsung dibaca dan dipindahkan ke dalam komputer. Nama file dan direktori di file sistem FAT berbentuk 8 titik 3 (maksimal delapan karakter sebuah titik dan minimal tiga karakter), semua karakter selalu disimpan dalam huruf besar. Struktur direktori



sangat sederhana yaitu file diberikan slot pertama yang dapat dipakai, ada delapan atribut dasar pada suatu file yang dapat dipakai untuk menandakanapakan suatau file hanya dapat dibaca (read only), tersembunyi (hidden), sistem atau telah diubah sejak backup yang terakhir (archive)

FAT12 digunakan untuk kapasitas 16 MB ke bawah, FAT16 digunakan untuk kapasitas 32 MB hingga 2 GB, dan FAT32 umumnya digunakan untuk kapasitas di atas 2 GB (Haryono dan Surmayono, 2006). Dilakukan perhitungan sebagai berikut untuk mengetahui tipe FAT yang digunakan:

$$T \text{ al} S = n \text{ t} i S N o S \text{ atau}$$

$$T S = n \text{ t} i L N o S$$

$$Clusters = Total Sectors - (Data Region - Boot Sector) / Sector per Cluster$$

**Gambar 2.9** Perhitungan tipe FAT

Cluster adalah satuan sistem FAT yang terkecil dari penyimpanan data. Satu cluster terdiri atas satu nomor tertentu dari disk sector , catatan-catatan FAT berisi cluster yang dipakai dan tidak terpakai dan file-file diletakan di dalam cluster. File sistem FAT mendukung ukuran partisi sampai dengan 2 GB, tetapi hanya menyediakan maksimal 65.525 cluster. Oleh karena itu, apapun ukuran harddisk atau partisi nomor sector dalam satu cluster haruslah cukup besar. Sehingga semua ruang yang ada dapat dimasuki sampai 65.525 cluster. Pada umumnya, cluster yang besar cenderung lebih banyak membuang tempat dai pada cluster yang kecil. File sistem FAT digunakan juga pada sumber direktori, direktori ini maksimal membolehkan nomor yangmasuk dan mungkin terletak pada tempat tertentu pada disk atau partisi. Sistem operasi yang digunakan file sistem FAT menunjukkan sumber direktori dengan karakter slash terbalik (\). Bagian awal direktori ini menunjukkan boot-up

Jika clusters lebih kecil dari 4085 berarti FAT bertipe FAT12. Jika clusters lebih kecil dari 65525 berarti FAT bertipe FAT16. Di atas itu, FAT yang digunakan adalah FAT32. Format

FAT16 menyerupai FAT12. Perbedaan yang paling jelas diantara keduanya adalah bahwa FAT16 menggunakan tabel FAT sebanyak 16 bit per alamat sedangkan FAT12 menggunakan 12 bit (Anonymous, 2011 B). Nilai *cluster* awal menunjuk ke nomor *cluster* awal dari sebuah data. Jika entri berupa direktori, maka *cluster* awal menunjuk ke *cluster* yang mengandung awal sub-direktori. Jika entri berupa file, maka *cluster* awal menunjuk ke *cluster* yang mengandung awal file. Ukuran file adalah ukuran total file dalam satuan byte. Ukurannya tidak boleh melebihi 4 GB untuk satu file. Untuk entri selain berupa file, nilainya harus 0. Isi dari file dituliskan pada alamat *First Sector of Cluster N* dengan *cluster N* adalah nilai *cluster* awal. Jika ukuran file melebihi 1 *cluster*, maka isi selanjutnya dapat dituliskan pada *cluster* lain. Tabel FAT pun harus disesuaikan dengan perubahan ini agar sistem dapat mengetahui isi file secara berurutan. Jika ingin melakukan penambahan isi file, maka parameter yang harus dicari atau dihitung tidak hanya alamat *cluster* awal dan *First Sector* namun juga *Ukuran File*, *Bytes per Sector*, dan *Sector per Cluster*. Dari ukuran file dan *Bytes per Sector* didapat jumlah sektor yang ditempati file. Dari nilai tersebut dan *Sector per Cluster* didapat jumlah *cluster* yang ditempati file .

Media penyimpanan ini untuk bisa digunakan maka membutuhkan komponen elektronika yaitu sebuah *open log* untuk melakukan proses penyimpanan data seperti membuat file , menulis file dan membaca file.

## 2.10 Komunikasi Data Serial SPI (Serial Pheripheral Interface)

*Serial Peripheral Interface* atau SPI juga menyediakan komunikasi serial dua arah antara *receiver* dan *transmitter*. Dalam sistem SPI, *transmitter* dan *receiver* berbagi *common clock source* (SCK). Hal ini membutuhkan *line clock* tambahan tetapi memungkinkan untuk tingkat transmisi data yang lebih tinggi dibandingkan dengan USART. Sistem SPI memungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien antara mikrokontroler atau perangkat perifer. Ada banyak sistem eksternal kompatibel SPI

yang tersedia untuk memperluas fitur mikrokontroler. Misalnya, LCD (*Liquid Crystal Display*) atau ADC (Analog to Digital Converter) dapat ditambahkan ke mikrokontroler menggunakan sistem SPI.

#### a. Operasi SPI

SPI dapat dilihat sebagai shift register 16-bit sinkron dengan 8-bit setengah berada di pemancar dan 8-bit setengah lainnya berada di penerima. Transmitter ditunjuk sebagai master karena menyediakan source clock yang tersinkronisasi antara transmitter dan receiver. Receiver ditetapkan sebagai slave. Slave dipilih untuk penerimaan dengan mengambil line Slave Select (SS) -nya yang rendah. Ketika line SS diambil rendah, kemampuan slave-shifting diaktifkan. Transmisi SPI dimulai dengan memuat byte data ke dalam master-configured SPI Data Register (SPDR). Pada saat itu, *clock generator* SPI menyediakan pulsa clock ke master dan juga ke slave melalui pin SCK. Satu bit digeser keluar dari *master register shift* yang ditunjuk pada pin mikrokontroler Master Out Slave In (MOSI) pada setiap pulsa SCK. Data diterima di pin MOSI dari perangkat yang ditunjuk slave. Pada saat yang sama, satu bit digeser keluar dari pin Master In Slave Out (MISO) dari perangkat slave dan ke pin MISO dari perangkat master. Setelah delapan *pulse clock master* SCK, satu byte data telah dipertukarkan antara master dan slave yang ditetapkan perangkat SPI. Penyelesaian transmisi data dalam master dan penerimaan data dalam slave ditandai dengan SPI Interrupt Flag (SPIF) di kedua perangkat. Flag pada SPIF terletak di SPI Status Register (SPSR) dari masing-masing perangkat. Pada saat itu, byte data lain dapat ditransmisikan.

#### b. Register SPI

Register untuk sistem SPI ditunjukkan pada Gambar 2.3. *SPI Control Register* (SPCR) *SPI Control Register* (SPCR) berisi sakelar "on / off" untuk sistem SPI. Ini juga memberikan fleksibilitas bagi SPI untuk terhubung ke berbagai perangkat dengan format data berbeda. Adalah penting bahwa kedua master SPI dan perangkat slave dikonfigurasi untuk format data yang

kompatibel untuk transmisi data yang tepat. SPCR berisi bit-bit berikut:

1. SPI Enable (SPE) adalah sakelar "on / off" untuk sistem SPI. Logika mengubah sistem dan logika nol akan mematikannya.
2. Data Order (DORD) memungkinkan arah pergeseran dari master ke slave untuk dikontrol. Ketika bit DORD diset menjadi satu, bit paling tidak signifikan (LSB) dari SPI Data Register (SPDR) ditransmisikan terlebih dahulu. Ketika bit DORD diset menjadi nol, Bit Paling Signifikan (MSB) dari SPDR ditransmisikan terlebih dahulu.
3. Pilihan Master / Slave Select (MSTR) menentukan apakah sistem SPI akan berfungsi sebagai master (logika satu) atau slave (logika nol).
4. Clock Polarity (CPOL) bit menentukan kondisi idle dari pin SCK. Ketika CPOL adalah satu, SCK akan memunculkan logika tinggi; sedangkan, ketika CPOL nol, SCK akan menganggur logika nol.
5. Clock Phase (CPHA) menentukan apakah bit data akan diambil sampelnya di tepi SCK yang menonjol (0) atau trailing (1).

SPI Control Register - SPCR

SPIE	SPE	DORD	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0
7							0

SPI Status Register - SPSR

SPIF	WCOL	---	---	---	---	---	SPI2X
7							0

SPI Data Register - SPDR

MSB							LSB
7							0

**Gambar 2.10** Register SPI (Sumber : A,Ambardar)

6. SPI SCK berasal dari *clock source system* mikrokontroler. Sistem clock dibagi ke bawah untuk membentuk SPI SCK.

SPI Clock Rate Select bit SPR [1: 0], dan Double SPI Speed Bit (SPI2X) digunakan untuk mengatur faktor pembagian. Pembagian berikut dapat dipilih menggunakan SPI2X, SPR1, SPR0:

## 2.11 Komunikasi Data Serial USART (Universal Synchronous Asynchronous Reciever Transmitter)

Serial USART menggunakan metode *full duplex* (dua arah) antara *reeiver* dan *transmitter*. USART biasanya digunakan untuk komunikasi *asynchronous*. Artinya, tidak ada jam umum atau *clock* antara pemancar dan penerima untuk membuat mereka tetap sinkron satu sama lain. Untuk mempertahankan sinkronisasi antara pemancar dan penerima, framing start dan stop bits digunakan di awal dan akhir setiap byte data dalam urutan transmisi.

The USART Atmel juga memiliki fitur sinkron. Ketika menghubungkan komponen melalui *serial interface*, penting untuk memastikan parameter komunikasi antara pemancar dan penerima dicocokkan. Baik pemancar maupun penerima harus diatur untuk *Baud rate* yang sama, jumlah *start-bit* dan *stop-bit* yang sama, paritas, polaritas, level tegangan, dll

### a. USART Transmitter

Pemancar USART terdiri dari *Transmit Shift Register*. Data yang akan dikirim dimuat ke dalam *Transmit Shift Register* melalui I/O USART *Data Register* (UDR). *Bit framing* mulai dan berhenti secara otomatis ditambahkan ke data dalam *Transmit Shift Register*. Paritas secara otomatis dihitung dan ditambahkan ke *Transmit Shift Register*. Data kemudian digeser keluar dari *Transmit Shift Register* melalui pin TxD sedikit demi sedikit pada *Baud rate* yang ditetapkan. Pemancar USART dilengkapi dengan dua bendera status: UDRE dan bendera TXC. Tanda USART Data Register Empty (UDRE) set ketika buffer transmisi kosong mengindikasikan siap menerima data baru. Bit ini harus ditulis ke nol ketika menulis USART *Control and Status Register A* (UCSRA). Bit UDRE dibersihkan dengan menulis ke I/O USART

*Data Register (UDR). The Transmit Complete (TXC) Flag* bit diatur ke logika satu ketika seluruh frame di *Transmit Shift Register* telah digeser keluar, dan tidak ada data baru yang ada di *buffer transmisi*. Bit TXC dapat disetel ulang dengan menulis logika untuknya.

**b. USART Receiver**

USART *receiver* secara virtual identik dengan USART *transmitter* kecuali arah aliran data dibalik. Data diterima sedikit demi sedikit melalui pin RxD di Baud Rate yang ditetapkan. *Receiver* USART dilengkapi dengan *Receive Complete (RXC) Flag*. Bendera RXC adalah logika satu ketika data yang belum dibaca ada di buffer penerima

**c. USART Register**

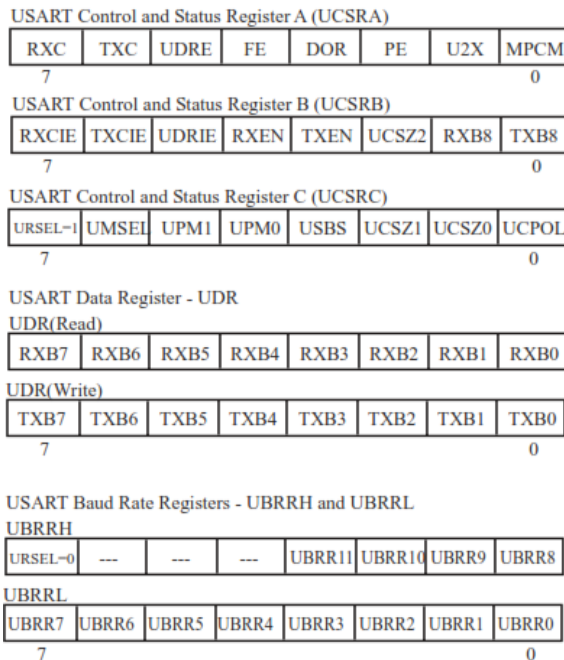
USART *Control and Status Register A (UCSRA)*. Register UCSRA berisi bit RXC, TXC, dan UDRE. Fungsi bit-bit ini sudah dibahas.

USART *Control and Status Register B (UCSRB)*. Register UCSRB berisi bit *Receiver Enable (RXEN)* dan bit *Transmitter Enable (TXEN)*. Bit-bit ini adalah saklar "on / off" untuk penerima dan pemancar, masing-masing. Register UCSRB juga berisi bit UCSZ2. Bit UCSZ2 dalam register UCSRB dan bit UCSZ [1: 0] yang terdapat dalam daftar UCSRC bersama-sama mengatur ukuran karakter data.

USART *Control and Status Register C (UCSRC)*. Daftar UCSRC memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan fitur data ke aplikasi yang ada di tangan. Harus ditekankan bahwa baik pemancar maupun penerima dikonfigurasi dengan fitur data yang sama untuk transmisi data yang tepat. UCSRC berisi bit-bit berikut:

1. USART Mode Select (UMSEL) – 0 : operasi asynchronous, 1: operasi sinkron
2. USART Parity Mode (UPM[1:0]) - 00: tidak ada paritas, 10: bahkan paritas, 11: paritas ganjil
3. USART Stop Bit Select (USBS) - 0: 1 stop bit, 1: 2 stop bits

4. USART Character Size (data width) (UCSZ[2:0]) - 000: 5-bit, 001: 6-bit, 010: 7-bit, 011: 8bit, 111: 9-bit.



**Gambar 2.11** Register USART (Sumber :  
A,ambardar )

## 2.12 Signal Processing

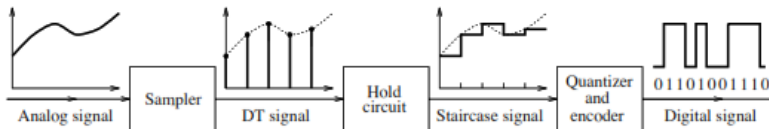
Sinyal analog telah menjadi subyek banyak penelitian di masa lalu. Dalam beberapa dekade terakhir, sinyal digital telah mendapat perhatian yang semakin meluas. Menjadi angka, mereka bisa diolah oleh sirkuit logika yang sama yang digunakan di komputer digital.

Dalam konteks inilah pemrosesan sinyal membentuk dasar untuk meningkatkan, mengekstraksi, menyimpan, atau mentransmisikan informasi yang berguna. Sinyal listrik mungkin merupakan lingkup terluas untuk manipulasi semacam itu. Sebenarnya, biasanya mengubah sinyal menjadi bentuk listrik

untuk diproses.

Inti teorema sampling bukan hanya pilihan tingkat sampling yang tepat. Yang lebih penting, pemrosesan sinyal analog setara dengan pemrosesan versi sampel Nyquist, karena ia menyimpan konten informasi yang sama dengan aslinya. Beginilah teorema sampling digunakan dalam praktek. Ini membentuk hubungan antara pemrosesan sinyal analog dan digital, dan memungkinkan kita untuk menggunakan teknik digital untuk memanipulasi sinyal analog. Ketika kita sampel sinyal  $x(t)$  pada instants  $nT_s$ , kita menyiratkan bahwa spektrum sinyal sampel periodik dengan periode  $S = 1 / T_s$  dan band-terbatas pada frekuensi tertinggi  $B = 0.5 S$ . Gambar 1 menggambarkan sistem khas untuk konversi analog-ke-digital seperti yang ditampilkan pada gambar 1 di bawah.

Sinyal lowpass analog atau anti-aliasing filter (tidak diperlihatkan) membatasi frekuensi sinyal analog tertinggi untuk memungkinkan pilihan tingkat sampling yang sesuai dan menjamin kebebasan dari aliasing. Sampler beroperasi di atas tingkat sampling Nyquist dan biasanya merupakan perangkat dengan tingkat ketertiban nol. Kuantifier membatasi nilai sinyal



**Gambar 2.12** Diagram blok *Analog-to-Digital Converter*

sampel sampai jumlah level yang terbatas (pengubah 16 bit memungkinkan rasio signal-to-noise mendekati 100 dB). Encoder mengubah nilai sinyal terkuantisasi menjadi string biner bit atau nol dan satu (kata) yang panjangnya ditentukan oleh jumlah tingkat kuantisasi quantizer.



## **BAB III**

### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

#### **3.1 Alat dan Bahan**

Pada tugas akhir alat dan bahan yang digunakan terdiri atas perangkat lunak dan perangkat keras sebagai berikut :

##### **Alat (Perangkat Keras)**

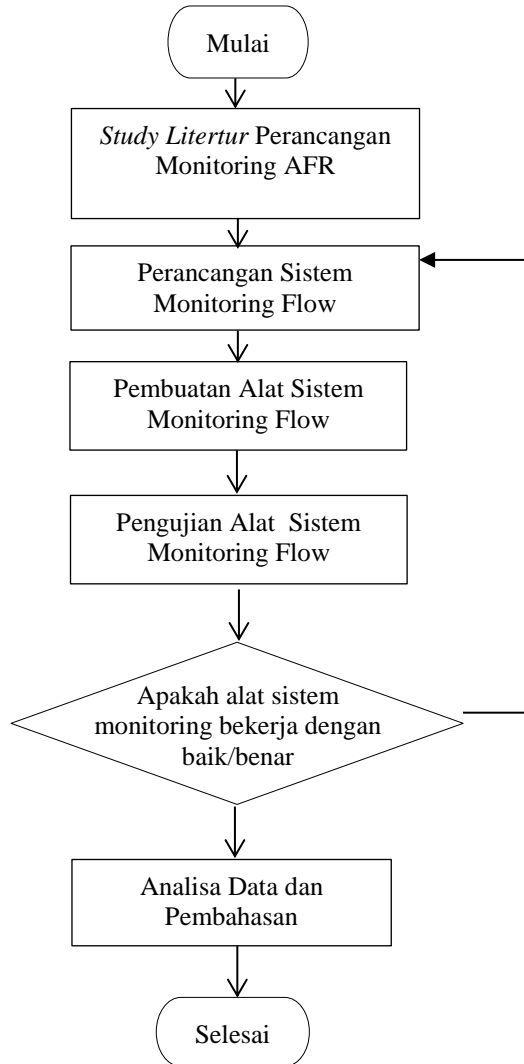
- a. Display LCD 16x4
- b. Mikrokontroler ATmega 128
- c. Sensor *water flowmeter*
- d. Power supply 12 V DC
- e. Kabel Jumper
- f. Kabel Downloader ATmega
- g. PCB
- h. Servo Operated Valve
- i. Mini Circuit Breaker
- j. Kabel Power
- k. Adaptor 12 V DC

##### **Bahan ( Perangkat Lunak)**

- a. Code vision AVR
- b. AVR Loader
- c. Proteus
- d. AutoCad Design (P&ID)
- e. Sketchup
- f. Microsoft Visio

#### **3.2 *Flow chart/* Diagram Alir Pembuatan Alat**

Pada subbab ini dijelaskan mengenai prosedur tahapan dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan. Dengan *flowchart* dibawah ini



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Adapun keterangan gambar 3.1 mengenai digram alir dapat dijelaskan sebagai berikut :

#### **a. Studi Literatur**

Dilakukan kajian terhadap metode-metode, konsep, atau teori yang terkait dengan penelitian yang dilakukan, baik yang bersumber dari jurnal, laporan penelitian, maupun buku-buku yang memiliki bahasan yang sesuai dengan tema penelitian.

#### **b. Perancangan Sistem Monitoring**

Dilakukan perancangan sistem monitoring pada inlet sebelum venturi/system mixing yang akan menuju *genset dual fuel engine system*, perancangan dilakukan dengan membuat desain mekanik alat serta desain visualisasi data yang akan ditampilkan.

#### **c. Pembuatan Alat**

Dilakukan pembuatan sistem monitoring pada inlet sebelum venturi/system mixing yang akan menuju mesin genset *dual fuel engine system*, pembuatan sistem monitoring dilakukan dengan membuat *Hardware* dan *software* dari sistem monitoring, pembuatan *hardware* meliputi pembuatan mekanik alat dan pembuatan *software* meliputi pembuatan *visualisasi* data yang akan ditampilkan berdasarkan hasil ukur alat ukur.

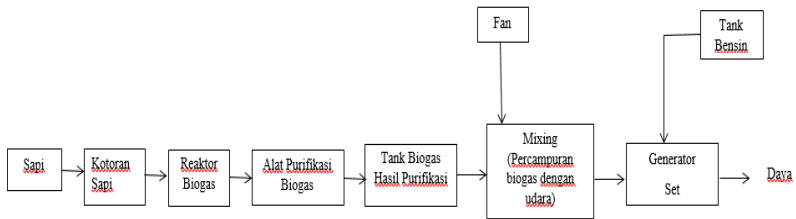
#### **d. Analisis Kinerja Sistem Monitoring**

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah kinerja dari masing-masing komponen sesuai dengan perancangan mekanik alat serta bentuk *visualisasi* dari hasil pengukuran, apabila tidak sesuai maka akan dilakukan evaluasi terhadap perancangan sistem monitoring.

### **3.2.1 Gambaran Umum Genset Dual Fuel Engine System**

Pada perancangan tugas akhir ini dilakukan sistem monitoring *Air Fuel Ratio* (AFR) atau sistem monitoring flow udara pada genset pada plant generator set *dual fuel system* bertujuan untuk mengetahui laju aliran udara untuk membantu flow tekanan biogas. Yang bertujuan mengetahui apakah plant

biogas dual fuel engine ini dan dapat memonitoring flow udara saat tekanan biogas masuk ke genset berkurang. sebelum inlet masuk ke *Engine*.

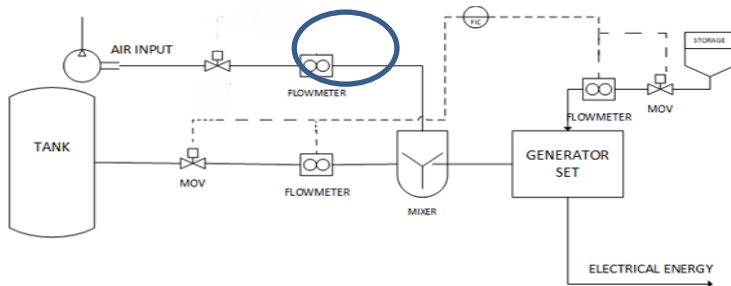


**Gambar 3.2** *Block Flow Diagram Generator Set Dual Fuel System*

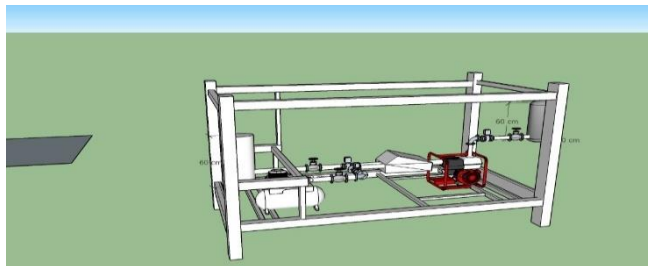
Pada gambar diatas merupakan proses yang ada pada mesingenerator set *dual fuel system* yang berawal dari biogas yang berasal dari kotoran sapi kotoran sapi yang kemudian dialirkan ke alat purifikasi agar hasil biogas lebih baik, lalu biogas disimpan dalam tanki biogas yang nantinya akan dialirkan menuju engine genset. Sebelum masuk ke dalam engine genset biogas akan dicampur dengan udara (*mixing*) di mixing ini dipasan *three way valve* untuk mencampur udara dengan biogas. Udara diperlukan pada sistem ini untuk proses pembakaran. Maka dari itu fan digunakan untuk menambah udara yang masuk dalam *engine*. Karena, pada saat melakukan pengujian mesin, udara yang masuk sedikit, sehingga pembakaran yang terjadi tidak maksimal. Saat biogas dan udara masuk, saat itu juga secara bersamaan bensin juga akan masuk dalam inlet genset. Untuk mengetahui apakah genset ini efisien atau tidak dalam penggunaan bensin setelah ditambahkan biogas sebagai bahan bakar, yaitu engan melihat waktu konsumsi habisnya bensin (*gasoline*). Dengan melihat waktu habisnya bensin, dapat dianalisa apakah *dual fuel system* pada genset ini benar – benar efisien atau tidak.

### 3.2.2 Perancangan Sistem Monitoring *Flowrate Air Fuel Ratio*

Pada tugas akhir ini dirancang Sistem monitoring *Flowrate Air Fuel Ratio* pada generator set *dual fuel system* terintegrasi HMI (*Human Machine Interface*) sistem ini bertujuan untuk mengetahui nilai flowrate udara yang masuk ke generator set.



**Gambar 3.3** *Piping & Instrumentation Diagram Generator Set Dual Fuel System*



**Gambar 3.4** Skema Design Biogas Dual Fuel

Pada gambar 3.3 merupakan P&ID dari *plant* generator set *dual fuel system* pada gambar tersebut sistem monitoring *flowrate air fuel* Perancangan sistem monitoring temperature ini terdapat beberapa proses yaitu perancangan pada *sensing element*, komponen *sensing element* ini menggunakan sensor water flowmeter, pemrosesan sinyal menggunakan mikrokontroller Atmega128 serta tampilan nilai *flowrate* pada LCD.

### 3.2.3 Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor *water flowmeter* Sesuai dengan yang terskema pada Gambar 3.3 bahwa rancang bangun *monitoring flow* pada air fuel ratio tersusun dari sensor yang langsung kontak dengan variabel *flow*. *Output* dari sensor masuk ke atmega 128 (pengondisian sinyal) kemudian *output* dari atmega 128 tersebut diproses dan di tampilkan ke LCD16x4. Pada perancangan sistem monitoring ini menggunakan Atmega128. Hal ini digunakan karena sesuai dengan kebutuhan pengguna dalam menggunakan fungsi-fungsi mikrokontroller tersebut yang berfungsi sebagai tempat pengidentifikasi *input* dan *output* data. Pada mikrokontroller Atmega ini diaktifkan tiap port pada *power*, ADC, dan digital. Masing-masing port tersebut digunakan untuk tampilan LCD, berikut merupakan konfigurasi port yang digunakan untuk sistem ini :

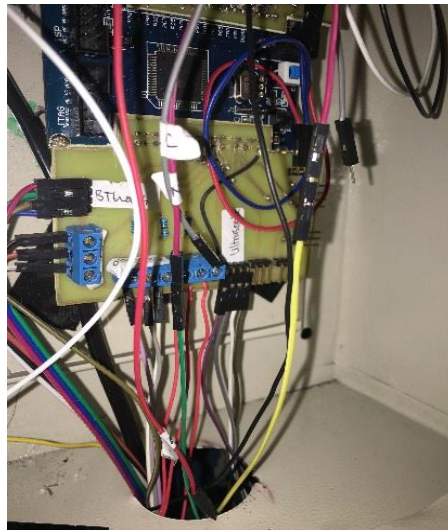
**Tabel 3.1** Port Mikrokontroller Atmega128

Nama <i>Pin</i>	Fungsi Lain	Fungsi
VCC 5 volt		Sebagai <i>power</i> untuk tampilan LCD 16x4
<i>Ground</i>		Sebagai <i>power</i> untuk tampilan LCD 16x4
<b>PORT A</b>		
PA0	AD0	Servo Bensin
PA1	AD1	Servo Gas
PA2	AD2	Servo Udara
PA3	AD3	Tidak Digunakan
PA4	AD4	Tidak Digunakan
PA5	AD5	Tidak Digunakan
PA6	AD6	Tidak Digunakan
PA7	AD7	Tidak Digunakan
<b>PORT B</b>		
PB0	SS	Sensor HCSR04(Echo)
PB1	SCK	Sensor HCSR04(Triger)
PB2	MOSI	Tidak Digunakan

PB3	MISO	Tidak Digunakan
PB4	OC0	Tidak Digunakan
PB5	OC1A	Tidak Digunakan
PB6	OC1B	Tidak Digunakan
PB7	OC2	Tidak Digunakan
<b>PORT C</b>		
PC0	AB	LCD 16X4
PC1	A9	LCD 16X4
PC2	A10	LCD 16X4
PC3	A11	Tidak Digunakan
PC4	A12	LCD 16X4
PC5	A13	LCD 16X4
PC6	A14	LCD 16X4
PC7	A15	LCD 16X4
<b>PORT D</b>		
PD0	SCL/INT0	Sensor TCRT5000
PD1	SDA/INT1	
PD2	XD1/INT2	Tidak Digunakan
PD3	XD1/INT3	Tidak Digunakan
PD4	ICP1	Tombol Push Button Up
PD5	XCK1	Tombol Push Button Down
PD6	T1	Push Button Ok
PD7	T2	
<b>PORT E</b>		
PE0	RXD0/PD1	Logger
PE1	TXD0/PD0	Logger
PE2	XCK0/AIN0	Tidak Digunakan
PE3	OC3A/AIN1	Tidak Digunakan
PE4	OC3B/INT4	Sensor Flowmeter 1
PE5	OC3C/INT5	Sensor Flowmeter 2
PE6	T3/INT6	Sensor Flowmeter 3
PE7	ICP3/INT7	Tidak Digunakan
<b>PORT F</b>		
PF0	ADC0	Tidak Digunakan
PF1	ADC1	Tidak Digunakan

PF2	ADC2	Tidak Digunakan
PF3	ADC3	Tidak Digunakan
PF4	ADC4/TCK	Tidak Digunakan
PF5	ADC5/TMS	Tidak Digunakan
PF6	ADC6/TD0	Tidak Digunakan
PF7	ADC/TD1	Tidak Digunakan
<b>PORT G</b>		
PG0	WR	Tidak Digunakan
PG1	RD	Tidak Digunakan
PG2	ALE	Tidak Digunakan
PG3	TOSC2	Tidak Digunakan
PG4	TOSC1	Tidak Digunakan

Sebagai aktivasi mikrokontroler Atmega128 ini mendapatkan sumber tegangan 5 volt. Untuk koneksi dari tiap pin terhadap instrumen digunakan kabel *jumper*, Dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 3.5** Konfigurasi Pin Atmega128



## **BAB IV**

### **HASIL DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Rancang Bangun Alat**

Berikut ini adalah perancangan sistem monitoring AFR(Air Fuel Ratio) pada Generator set dual fuel system.



**Gambar 4.1** Biogas dual fuel system

Dari tekanan udara kompresor yang akan masuk ke dalam karburator genset oleh karena itu laju aliran udara akan di monitoring dengan sensor Water Flowmeter G1/4 YF-S402 yang memiliki kemampuan untuk mengukur flowrate 0,3-6L/Min. Kemudian flowrate udara yang naik lewat menuju karburator dapat diukur oleh sensor tersebut. Pada outlet sesudah kompresor ini terdapat waterflow sensor.

##### **4.1.1 Pengujian Sensor Water Flowmeter G1/4 YF-S402**

Sensor tekanan Water Flowmeter G1/4 YF-S402 yang memiliki kemampuan untuk mengukur flowrate 0,3-6L/Min. Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui sensitivitas dari sensor. Pengujian ini dilakukan dengan menyambungkan rangkaian sensor pada supply 5

kemudian diberikan tekanan melalui kompresor dan flowrate yang lewat dapat dilihat melalui LCD.

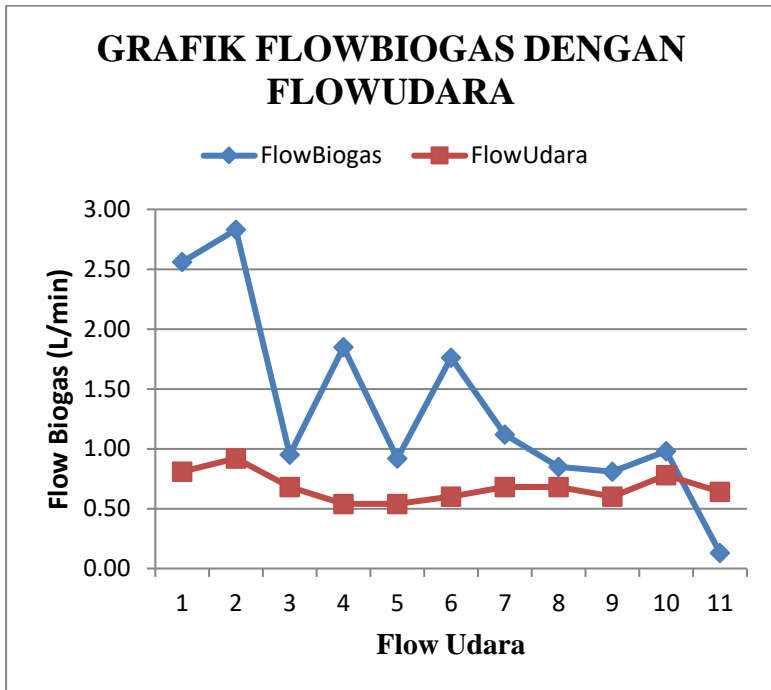
#### 4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui sistem tersebut sudah berjalan sesuai yang diinginkan atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan inputan pada tangki yang telah dilengkapi dengan sistem monitoring flow.

**Tabel 4.1** Hasil Data Pengujian Flow Biogas & Udara

Flow L/min			Level(cm)	AFR	
Biogas	Bensin	Udara		Udara & Biogas	Udara,Bensin & Biogas
2,56	0,13	0,81	8,63	1 : 3,16	1 : 3,32
2,83	0,13	0,92	8,57	1 : 3,08	1 : 3,21
0,95	0,13	0,68	8,45	1 : 1,40	1 : 1,58
1,85	0,13	0,54	8,31	1 : 3,43	1 : 3,66
0,92	0,13	0,54	8,26	1 : 1,70	1 : 3,08
1,76	0,13	0,60	8,16	1 : 2,93	1 : 3,15
1,12	0,13	0,68	7,99	1 : 1,65	1 : 1,83
0,85	0,13	0,68	6,43	1 : 1,25	1 : 1,44
0,81	0,13	0,60	6,3	1 : 1,35	1 : 1,56
0,98	0,13	0,78	6,25	1 : 1,26	1 : 1,42
0,13	0,13	0,64	6,24	1 : 0,20	1 : 0,40

Dari data tersebut maka diperoleh sebuah grafik sebagai berikut.



**Gambar 4.2** Flow Biogas terhadap Udara

Dari grafik diatas adalah data flowrate yang di deteksi oleh sensor dengan setpoint biogas 60% dan bensin 40% aliran biogas yang di kendalikan oleh servo operated valve dapat bergerak dengan menyesuaikan setpoint yang telah ditentukan.

Pengujian AFR ditentukan dengan pengaruh beban dan putaran motor genset..Ketika Genset bekerja secara normal maka putaran rpm akan bekerja secara normal pula,ketika genset diberi beban maka putaran rpm akan juga berpengaruh.Semakin banyak beban yang menyala maka putaran rpm akan turun berpengaruh juga kepada flow dari tiap masing masing variable.Dibawah ini table perbandingan antara RPM,Beban dan flow.

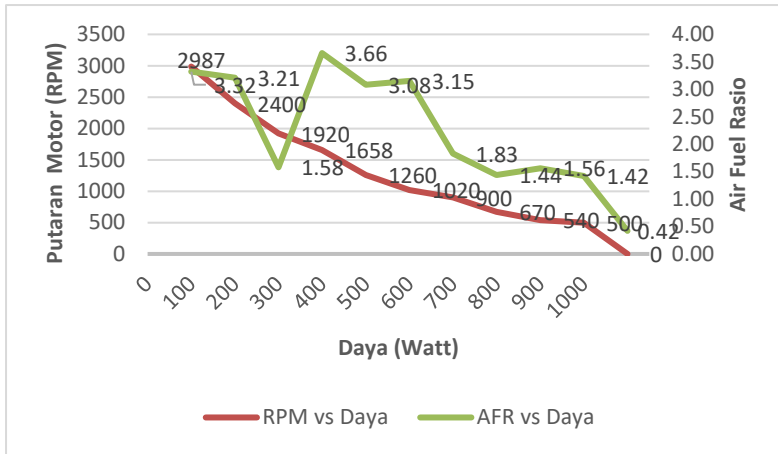
**Tabel 4.2** Hasil Data Pengujian Flow Biogas, Bensin & Udara terhadap beban

Flow L/min			Level(cm)	AFR		Beban (Watt)	RPM
Biogas	Bensin	Udara		Udara & Biogas	Udara, Bensin & Biogas		
2,56	0,13	0,81	8,63	1 : 3,16	1 : 3,32	0	2987
2,83	0,13	0,92	8,57	1 : 3,08	1 : 3,21	100	2400
0,95	0,13	0,68	8,45	1 : 1,40	1 : 1,58	200	1920
1,85	0,13	0,54	8,31	1 : 3,43	1 : 3,66	300	1658
0,92	0,13	0,54	8,26	1 : 1,70	1 : 3,08	400	1260
1,76	0,13	0,60	8,16	1 : 2,93	1 : 3,15	500	1020
1,12	0,13	0,68	7,99	1 : 1,65	1 : 1,83	600	900
0,85	0,13	0,68	6,43	1 : 1,25	1 : 1,44	700	670
0,81	0,13	0,60	6,3	1 : 1,35	1 : 1,56	800	540
0,98	0,13	0,78	6,25	1 : 1,26	1 : 1,42	900	500
0,13	0,13	0,64	6,24	1 : 0,20	1 : 0,40	1000	0

Tabel diatas merupakan rasio AFR terhadap beban.

Ketika Genset di beri beban 100-1000 watt. Set pont data diatas yaitu biogas 60% dan bensin 40%. Penambahan beban sangat berpengaruh kepada nilai variable yang diukur oleh masing-masing sensor. AFR di atas di peroleh dari perhitungan

$$\frac{M_{air}}{M_{biogas}} = \frac{A}{F}$$
 . Maka dihasilkan grafik dari perbandingan flow udara terhadap beban yang menghasilkan AFR .

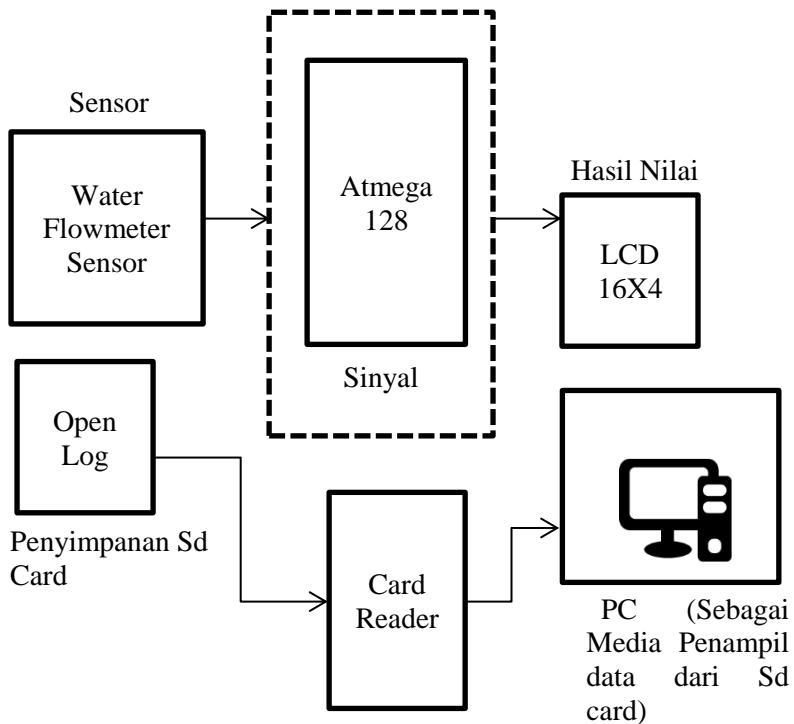


**Gambar 4.3** Grafik Perbandingan AFR udara & biogas Terhadap RPM & Beban

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi beban resistif maka hasil Rpm akan menurun, Begitu pula dengan nilai Aitr Fuel Rasio terhadap nilai beban juga berbanding terbalik nilainya.

#### 4.3 Sistem Monitoring Menggunakan Data Logger

Di dalam suatu sistem kontrol selalu dalam aplikasinya memiliki tujuan/sasaran tertentu. Sasaran sistem kontrol adalah untuk mengatur keluaran (output) dalam suatu sikap / kondisi / keadaan yang telah ditetapkan oleh masukan (input) melalui elemen sistem control dimana salah satunya yaitu terdapat suatu system monitoring. Monitoring adalah proses pengumpulan dan analisis informasi berdasarkan indicator yang ditetapkan secara sistematis dan kontinu tentang kegiatan program atau proyek sehingga dapat dilakukan tindakan koreksi untuk penyempurna program atau proyek tersebut selanjutnya. Dimana system monitoring tersebut termasuk dalam sistem **pengukuran** yang memiliki masukan berupa nilai sebenarnya dari variabel yang sedang diukur, dan keluaran berupa nilai variabel yang terukur seperti gambar berikut



**Gambar 4.4** Diagram Blok Alat

Data pembacaan sensor selanjutnya dikirim menggunakan komunikasi serial USART, pada ATmega 128 data pembacaan sensor dikirim menggunakan USART0, pengujian data serial yang terkirim dari Atmega128 menuju Sd card. Lalu sd card dipindahkan ke dalam Card Reader sebagai media pembaca kartu memori / alat untuk membaca kartu memori. **Card reader** biasanya di hubungkan ke komputer dengan kabel USB. USB berfungsi untuk mengakses data pada kartu memori.

Data yang tersimpan dalam SD card yaitu file berupa txt., seperti gambar berikut :

LOG0006 (Autosaved).txt - Notepad

File	Edit	Format	View	Help
15:31:01	L=8,63F1=0,45F2=0,13F3=0,81S1=20S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:02	L=8,43F1=0,48F2=0,13F3=0,81S1=20S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:03	L=8,63F1=0,45F2=0,13F3=0,81S1=20S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:04	L=8,43F1=2,58F2=0,13F3=0,81S1=20S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:05	L=8,63F1=2,56F2=0,13F3=0,81S1=40S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:06	L=8,43F1=2,85F2=0,13F3=0,81S1=25S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:07	L=8,63F1=2,34F2=0,13F3=0,81S1=40S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:08	L=6,43F1=2,85F2=0,13F3=0,81S1=80S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:09	L=8,57F1=2,45F2=0,13F3=0,81S1=72S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:10	L=8,57F1=2,83F2=0,13F3=0,92S1=68S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:11	L=8,36F1=2,98F2=0,13F3=0,69S1=80S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:12	L=8,57F1=2,98F2=0,13F3=0,78S1=80S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:13	L=8,23F1=2,98F2=0,13F3=0,68S1=80S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:14	L=8,57F1=2,89F2=0,13F3=0,69S1=78S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:15	L=8,45F1=0,95F2=0,13F3=0,68S1=45S2=100S3=50RPM=2988			
15:31:16	L=8,38F1=0,95F2=0,13F3=0,54S1=45S2=100S3=50RPM=2988			
15:31:17	L=8,45F1=0,98F2=0,13F3=0,65S1=45S2=100S3=50RPM=2988			
15:31:18	L=8,45F1=0,78F2=0,13F3=0,54S1=45S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:19	L=8,31F1=1,98F2=0,13F3=0,54S1=100S2=100S3=50RPM=2987			
15:31:20	L=8,31F1=1,85F2=0,13F3=0,54S1=100S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:21	L=8,31F1=1,18F2=0,13F3=0,54S1=88S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:22	L=8,23F1=1,17F2=0,13F3=0,54S1=58S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:23	L=8,31F1=1,25F2=0,13F3=0,54S1=60S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:24	L=8,23F1=0,98F2=0,13F3=0,54S1=40S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:25	L=8,26F1=0,92F2=0,13F3=0,54S1=40S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:26	L=8,24F1=0,98F2=0,13F3=0,64S1=40S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:27	L=8,31F1=1,98F2=0,13F3=0,64S1=80S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:28	L=8,19F1=1,78F2=0,13F3=0,64S1=68S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:29	L=8,23F1=1,76F2=0,13F3=0,64S1=68S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:30	L=8,16F1=1,76F2=0,13F3=0,60S1=68S2=100S3=50RPM=2568			
15:31:31	L=8,16F1=1,76F2=0,13F3=0,60S1=68S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:32	L=8,09F1=1,45F2=0,13F3=0,60S1=68S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:33	L=8,23F1=1,13F2=0,13F3=0,60S1=40S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:34	L=8,03F1=1,12F2=0,13F3=0,60S1=50S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:35	L=7,99F1=1,12F2=0,13F3=0,68S1=50S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:36	L=8,03F1=1,12F2=0,13F3=0,68S1=50S2=100S3=50RPM=2400			
15:31:37	L=8,03F1=1,23F2=0,13F3=0,68S1=50S2=100S3=50RPM=2400			

**Gambar 4.5** Tampilan data logger

Gambar diatas merupakan hasil nilai dari variable yang diukur, yang disimpan dalam memory sd card dan berupa format txt. Variabel yang diukur meliputi Level,Rpm,Flow udara, bensin dan biogas.

## 4.5 Pembahasan

Tugas akhir yang berjudul perancangan sistem monitoring *Air Fuel Ratio (AFR)* atau sistem monitoring flow udara pada genset pada plant generator set *dual fuel system* bertujuan untuk mengetahui laju aliran udara untuk membantu flow tekanan biogas. Yang bertujuan mengetahui apakah plant biogas dual fuel engine ini dan dapat memonitoring flow udara saat tekanan biogas masuk ke genset berkurang. Sistem ini akan memonitoring flow udara setiap menitnya menggunakan sensor Flowmeter YF-S402 sebagai alat ukur, dan mikrokontroller ATMEga128.

Sebelum sensor ini digunakan perlu dilakukan kalibrasi untuk mengetahui performansi dari sensor tersebut. Kalibrasi sensor Flowmeter YF-S402 ini menggunakan alat ukur standard yakni Rotary meter. Dilakukan pada *range* 1L/min hingga 5L/min. Sensor Flowmeter YF-S402 diinstal sebelum Rotary meter lalu dibandingkan apakah nilai pengukuran pada sensor Flowmeter YF-S402 sebanding dengan nilai yang ditunjukkan Rotary meter. Setelah dilakukan pengujian sensor yaitu dilakukan perhitungan kalibrasi. Dari perhitungan kalibrasi didapatkan nilai ketidakpastian alat sebesar  $\pm 0,623922025$  dengan tingkat kepercayaan 59,4% dari tabel *T-Student*. Nilai karakteristik statis dan karakteristik dinamis alat dari karakteristik statis dengan range pengukuran 1-5L/min didapatkan nilai Span 4, Histerisis, 0,009389671%, Kesalahan *error* 0,623922025 %. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai *Air Fuel Ratio* (AFR) *dual fuel* yaitu 3,16 L/min ketika generator set tanpa beban. Selain itu, kestabilan daya yang dihasilkan oleh *generator set* juga dipengaruhi oleh *mass flowrate* bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar. Dari hasil simulasi saat diberikan *set point* daya 1000 watt, didapatkan nilai *mass flowrate* udara 0,20 L/min, *mass flowrate* biogas 0,13 L/min, dan dengan *mass flowrate* bensin konstan 0,13 L/min. Sedangkan saat diberikan *set point* daya 100 watt, didapatkan nilai *mass flowrate* udara 0,92 L/min, *mass flowrate* biogas 2,83 L/min dan *mass flowrate* bensin 0,13 L/min.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapatkan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini, didapatkan didapatkan nilai *Air Fuel Ratio (AFR) dual fuel* yaitu 3,16 L/min ketika generator set tanpa beban Selain itu, kestabilan daya yang dihasilkan oleh *generator set* juga dipengaruhi oleh *mass flowrate* bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar.
2. Sedangkan saat diberikan *set point* daya 100 watt, didapatkan nilai *mass flowrate* udara 0,92 L/min, *mass flowrate* biogas 2,83 L/min dan *mass flowrate* bensin 0,13 L/min. Pengendalian daya *output* pada *generator set dual fuel* ini supaya *generator set* dapat menghasilkan daya *ouput* yang sesuai dengan beban yang diberikan.
3. Pada tugas akhir ini, didapatkan nilai *Air Fuel Ratio (AFR)* Udara dan Biogas untuk pembakaran sempurna yaitu 1 : 3,16.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain :

1. Perlu dilakukan penelitian dan pengujian lebih lanjut agar mendapat nilai AFR yang lebih sempurna
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk variabel flow pada udara di karburator bensin

## DAFTAR PUSTAKA

- Osorio, F. & Torres, J.C., (2009), Biogas Purification From Anaerobic Digestion In A Waste Water Treatment Plant for Biofuel Production. *Renewable Energy*, 34, 2164- 2171.
- Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Dirjen EBTKE), (2011), Seminar Green Productivity, Biogas : Is The Best Renewable Alternative for Indonesia, Jakarta.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia, (2010), *Statistik Populasi Sapi di Indonesia*, Laporan Perkembangan Pertanian Indonesia, Jakarta.
- Abdurrahman, A., Soehartanto, T., Sudarmanta, B., (2013), Rancang Bangun Alat Purifikasi Biogas dengan Menggunakan CaO dan Water Scrubber, Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, Surabaya.
- Ali Ghaffari, A. Hosein Shamekhi, Akbar Saki, dan Ehsan Kamrani, *Adaptive Fuzzy Control for Air-Fuel Ratio of Automobile Spark Ignition Engine*, World Academy of Science, Engineering and Technology 24, 2008.
- Rietje.Y, Tomi.B.W, Agus.S, Imam.M, Sulaeman, Sistem Monitor untuk Level dan Konsumsi Air Bersih Yang Real Time dan Otomatis, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Pengertian Dasar IPTEK Nuklir, P3TM-BATAN Yogyakarta (2003)
- Tamam Zuhri. 2015. “Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Solar dan Syngas Batubara”. *Tesis*. Pascasarjana Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Prahmana, R.A., Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel

Generator Set Sistem Dual Fuel Solar dan Biogas, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2010.

AtMEL. *Atmega 640/1280/2569/V advance information*  
AtMel,2005

A. Ambardar, Analog and Digital Processing Second Edition,  
Brooks/Cole Publishing Company, 1999

## LAMPIRAN A LISTING PROGRAM

```
// Timer 0 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer 0 value
    TCNT0=0xB2;
    // Place your code here
    counterop++;
    if (counterop==15) {
        pulsaop=((float)frekuensiop*60);
        speedop=pulsaop;
        counterop=0;
        pulsaop=0;
        frekuensiop=0;
    }
}
```

```
void datarpm() {
    lcd_gotoxy(11,0);
    lcd_putsf("RPM:");
    lcd_gotoxy(16,0);
    lcd_putsf(" ");
    itoa(speedop,op);
    lcd_gotoxy(15,0);
    lcd_puts(op);
    delay_ms(100);
}
```

```
// Timer2 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void timer2_ovf_isr(void)
{
    // Reinitialize Timer2 value
    TCNT2=0xB2;
    // Place your code here

}
int a=3;
```

```
void usart()
```

```
{  
    printf ("L=%f\r",level_cm);  
    printf ("F1=%f\r",freqflow);  
    printf ("F2=%f\r",freqflow1);  
    printf ("F3=%f\r",freqflow2);  
    printf ("S1=%d\r",data);  
    printf ("S2=%d\r",data1);  
    printf ("S3=%d\r",data2);  
    printf ("RPM=%f\r\n",freqflow2);  
  
}
```

```
void simpan_data()
```

```
{  
    if(xcount==2)  
    {  
        printf("Flow Bensin = %.3f L/min",freqflow);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        printf("Flow Biogas = %.3f L/min",freqflow1);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        printf("Flow Udara = %.3f L/min",freqflow2);  
        putchar(10);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        printf("Level = %.3f cm ",level_cm);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
        putchar(10);  
        putchar(13);  
    }  
}
```

```
    printf("Servo 1 = %d %",data);
    putchar(10);
    putchar(13);
    putchar(10);
    putchar(13);
    printf("Servo 2 = %d %",data1);
    putchar(10);
    putchar(13);
    putchar(10);
    putchar(13);
    printf("Servo 3 = %d %",data2);
    putchar(10);
    putchar(13);
    putchar(10);
    putchar(13);
    printf("RPM = %d pulsa",freqflow2);
    putchar(10);
    putchar(13);
    putchar(10);
    putchar(13);
    xcount=0;
}

}
```

## LAMPIRAN B

### G1/4" Water Flow Sensor



### Specification

Mini. Wokring Voltage	DC 4.5V
Max. Working Current	15mA(DC 5V)
Working Voltage	5V~24V
Flow Rate Range	0.3~6L/min
Load Capacity	$\leq 10\text{mA(DC 5V)}$

Operating Temperature	$\leq 80^{\circ}\text{C}$
Liquid Temperature	$\leq 120^{\circ}\text{C}$
Operating Humidity	35% $\sim$ 90% RH
Water Pressure	$\leq 2.0\text{MPa}$
Storage Temperature	$-25^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$
Storage Humidity	25% $\sim$ 95% RH

### Mechanic Dimensions

### Sensor Components

No.	Name	Quantity	Material
1	Valve body	1	PA66+33%glass fiber
2	Stainless steel bead	1	Stainless steel SUS304
3	Axis	1	Stainless steel SUS304



4	Impeller	1	POM
5	Ring magnet	1	Ferrite
6	Middle ring	1	PA66+33%glass fiber
7	O-seal ring	1	Rubber
8	Electronic seal ring	1	Rubber
9	Cover	1	PA66+33%glass fiber
10	Screw	4	Stainless steel SUS304
11	Cable	1	1007 24AWG

## LAMPIRAN C

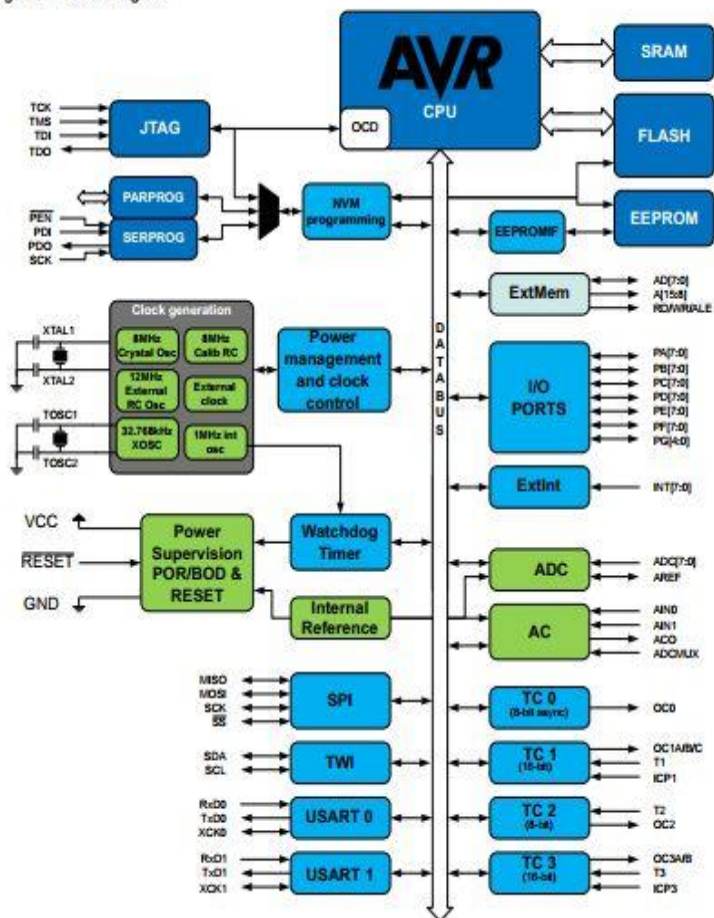
### MICROCONTROLLER ATMEGA128

Spesification :

Features	ATmega128A
Pin count	64
Flash (KB)	128
SRAM (KB)	4
EEPROM (KB)	4
External Memory (KB)	64
General Purpose I/O pins	53
SPI	1
TWI (I <sup>2</sup> C)	1
USART	2
ADC	10-bit, up to 76.9ksps (15ksps at max resolution)
ADC channels	6 (8 in TQFP and QFN/MLF packages)
AC propagation delay	Typ 400ns
8-bit Timer/Counters	2
16-bit Timer/Counters	2
PWM channels	6
RC Oscillator	+/-3%
VREF Bandgap	
Operating voltage	2.7 - 5.5V
Max operating frequency	16MHz
Temperature range	-55°C to +125°C
JTAG	Yes

## Block Diagram

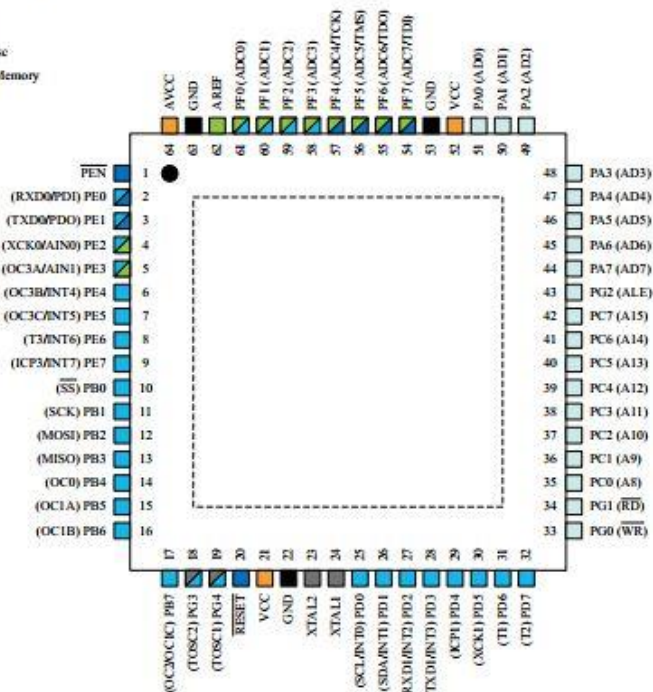
Figure 4-1 Block Diagram



## Pin Configurations

Figure 6-1 Pinout ATmega128A

- Power
- Ground
- Programming/Debug
- Digital
- Analog
- Crystal/Osc
- External Memory



## **BIODATA PENULIS**



Penulis yang bernama Alif Muhtar Nur Toyibi dilahirkan di Madiun pada tanggal 18 Desember 1996. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari orang tua Bapak Muhtarum Hariyanto dan Ibu Murniyati. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Aisyiah 15 Caruban, SDN Krajan 02 Mejayan, SMPN 1 Mejayan, dan SMKN 1 Wonoasri . Kemudian penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi yaitu di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, tepatnya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi di tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 10 51 15 000 00 076.

Di Departemen Teknik Instrumentasi ini penulis aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti di Laboratorium dan Unit Kegiatan Mahasiswa Musik ITS. Pada laporan ini, penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di STEM Aka-Migas , Cepu.

Selesainya Tugas Akhir ini diajukan penulis untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Ahli Madya di Departemen Teknik Instrumentasi Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Alifbalawan18@gmail.com